

明細書

表示装置の作製方法

5 技術分野

本発明は、液滴噴射手段および大気圧プラズマ処理法を用いた表示装置の作製方法に関する。

背景技術

10 液晶表示装置（LCD）や発光表示装置（EL（エレクトロ・ルミネッセンス）表示装置）に代表される表示装置に含まれる薄膜トランジスタ（TFT）等の回路パターンの作製は、処理装置の内部を減圧或いは真空状態で行う真空プロセスや、露光装置により（フォト）レジストからなるマスクを作製し不要部をエッチング除去するフォトリソグラフィープロセスが用いられてきた。

15 （特許文献1参照）。

（特許文献1） 特開2002-359246号公報

真空プロセスにおいては、被処理基板を成膜、エッチング等の処理を行うプロセスチャンバを、真空或いは減圧するための排気手段が必要となる。排気手段は処理装置外部に設置された、メカニカルブースターポンプやターボ分子ボ

20 ンプ、油回転ポンプ等に代表されるポンプと、それらを管理、制御する手段、またポンプと処理室とを連結させて排気系を構成する配管やバルブ等で構成される。これら設備を整えるには、処理装置外に排気系のためのスペースが必要

となり、またそのためのコストが必要となる。さらに処理装置自体にも排気系の設備を取り付ける必要があることから、処理装置のサイズが排気系を搭載しないものに比べ増大する。

- 従来より用いられてきた、薄膜トランジスタ等の回路パターン形成のための
- 5 フトリソグラフィープロセス、例えば配線形成のためのフトリソグラフィープロセスは以下のように行う。まず感光性のレジスト（フォトレジスト）を基板上に成膜された導電膜上にスピン塗布することで、導電膜全面に前記レジストを広げる。次にメタルによってパターンが形成されたフォトマスクを介して光照射を行い、前記レジストを感光させる。続いて現像、ポストバークを
- 10 行い、フォトマスクのパターン状にレジストパターンを形成する。さらにパターン状に形成した前記レジストをマスクとして、前記レジストの下の導電膜にエッチング処理を施す。最後にマスクとして使用したレジストパターンを剥離することで、フォトマスクに形成されたパターン状に、導電膜をエッチングすることができ、残存する導電膜を配線として用いる。
- 15 しかしながら、従来技術における真空プロセスにあっては、第5、第6世代以降のメータ角サイズという大型化に伴い、プロセスチャンバの容積も拡大する。ここで第5世代とは $1000 \times 1200 \text{ mm}^2$ 、第6世代とは $1400 \times 1600 \text{ mm}^2$ のマザーガラス基板サイズをいう。このためプロセスチャンバを真空或いは減圧状態にするには、より大規模な排気系が必要となり、また排気に
- 20 必要な時間も増加する。さらに排気系の設備コストや維持コスト等、コスト面においても増大する。加えて、チャンバを窒素等のガスで置換する場合にも、チャンバの容積増大からより多くのガス量が必要となり、製造コストに影響を

及ぼす。さらに基板の大型化に伴い電源等、莫大なランニングコストが必要とされることから、環境負荷の増大につながる。

また従来技術におけるフォトリソグラフィープロセスを用いた工程、例えば配線作製工程では、基板の全面に成膜した被膜（レジストや、金属、半導体等）

- 5 の大部分をエッチング除去してしまい、配線等が基板に残存する割合は数～数十％程度であった。レジスト膜はスピン塗布により形成する際、約 95％が無駄になっていた。つまり、材料の殆どを捨てることになり、製造コストに影響を及ぼすばかりか、環境負荷の増大を招いていた。このような傾向は、製造ラインに流れる基板サイズが大型化するほど顕在化する。

10

発明の開示

上述した従来技術の課題を解決するため、本発明においては、レジストや配線材料を液滴として基板上の必要箇所に直接噴射し、パターンを描画するという手段を適用する。またアッシングやエッチング等の気相反応プロセスを大気

15 圧又は大気圧近傍下で行う手段を適用する。これらの手段を適用することにより、従来の課題であった被膜材料（レジストや、金属、半導体等）や気相反応プロセスに用いるガスの使用量を、大幅に低減することができる。

本発明において、上記の液滴噴射手段として、複数の液滴噴射孔を線状に配列した液滴噴射ヘッドを具備する液滴噴射装置を用いる。また、上記の気相反

20 応プロセスを行うためのプラズマ処理法として大気圧又は大気圧近傍下におけるプラズマ発生手段を具備するプラズマ処理装置を用いる。

また、本発明の別の構成は、上記の液滴手段として、1つまたは複数の液滴

噴射孔を点状に配置した液滴噴射ヘッドを具備する液滴噴射装置を用いる。また、上記の気相反応プロセスを行うためのプラズマ処理法として、大気圧または大気圧近傍下におけるプラズマ発生手段を有し、局所的なプラズマ処理を行うプラズマ処理装置を用いる。

- 5 上記の液滴を噴射する手段、或いは上記の局所的な気相反応プロセスは、大気圧中又は大気圧近傍下で行うようにした。そのため、従来の真空プロセスで必要とされた、プロセスチャンバ内の真空或いは減圧状態を実現するための排気系を省くことが可能となった。従って、基板の大型化に伴い大型化する排気系を簡便化することができ、設備コストが低減できる。またこれに応じて排気
- 10 のためのエネルギー等を抑えることが可能となり、環境負荷の低減につながる。さらに排気のための時間を省略することができるため、タクトタイムが向上し、より効率的に基板の生産を行うことが可能となる。

図面の簡単な説明

- 15 図1 (A) ~ (B) は、本発明の線状液滴噴射装置の構成を示す斜視図である。図2 は、本発明の線状液滴噴射装置の構成を示す斜視図である。
- 図3 (A) ~ (B) は、本発明の線状液滴噴射装置の液滴噴射部の構成を示す図である。
- 図4 (A) ~ (C) は、本発明の線状液滴噴射装置の液滴噴射部の底面を示す図
- 20 である。
- 図5 (A) は本発明の大気圧プラズマ処理装置の構成を示す斜視図であり、(B) は本発明の大気圧プラズマ処理装置のプラズマ発生部の構成を示す図である。

図 6 は、本発明を用いた処理工程の模式的斜視図である。

図 7 は、本発明を用いた処理工程の模式的斜視図である。

図 8 は、本発明を用いた処理工程の模式的斜視図である。

図 9 は、本発明を用いた処理工程の模式的斜視図である。

- 5 図 10 (A) ~ (C) は、本発明の実施例 1 に係る製造工程の模式図であり、それぞれ左図が上面図であり、右図が左図の a-a' の断面図である。

図 11 (A) ~ (C) は、本発明の実施例 1 に係る製造工程の模式図であり、それぞれ左図が上面図であり、右図が左図の a-a' の断面図である。

図 12 (A) ~ (C) は、本発明の実施例 1 に係る製造工程の模式図であり、そ

- 10 れぞれ左図が上面図であり、右図が左図の a-a' の断面図である。

図 13 (A) ~ (C) は、本発明の実施例 1 に係る製造工程の模式図であり、それぞれ左図が上面図であり、右図が左図の a-a' の断面図である。

図 14 (A) ~ (B) は、本発明の実施例 1 に係る製造工程の模式図であり、それぞれ左図が上面図であり、右図が左図の a-a' の断面図である。

- 15 図 15 (A) ~ (C) は、本発明の実施例 2 に係る製造工程の模式図であり、それぞれ左図が上面図であり、右図が左図の a-a' の断面図である。

図 16 (A) ~ (C) は、本発明の実施例 2 に係る製造工程の模式図であり、それぞれ左図が上面図であり、右図が左図の a-a' の断面図である。

図 17 (A) ~ (C) は、本発明の実施例 2 に係る製造工程の模式図であり、そ

- 20 れぞれ左図が上面図であり、右図が左図の a-a' の断面図である。

図 18 (A) ~ (C) は、本発明の実施例 2 に係る製造工程の模式図であり、それぞれ左図が上面図であり、右図が左図の a-a' の断面図である。

図19 (A) は、本発明の実施例2に係る製造工程の模式図であり、それぞれ左図が上面図であり、右図が左図の a-a' の断面図である。

図20 (A) ～ (C) は、本発明の実施例4に係る電子機器を示す図である。

図21 は、本発明の点状液滴噴射装置の構成を示す斜視図である。

5 図22 は、本発明の点状液滴噴射装置の液滴噴射部を示す図である。

図23 は、本発明の点状液滴噴射装置の液滴噴射部の底面を示す図である。

図24 (A) ～ (B) は、本発明の大気圧プラズマ処理装置の構成を示す斜視図である。

図25 (A) ～ (D) は、本発明の大気圧プラズマ処理装置のプラズマ発生部の

10 構成を示す図である。

図26 は、本発明を用いてチャンネルエッチ型の TFT を製作する工程の模式図である。

図27 は、本発明を用いてチャンネルエッチ型の TFT を製作する工程の模式図である。

15 発明を実施するための最良の形態

本発明の実施形態を、以下に図面を示して説明する。但し、本発明は多くの異なる態様で実施することが可能であり、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本実施の形態の記載内容に限定して解釈されるもので

20 はない。

なお、実施の形態を説明するための全ての図において、同一部分又は同様な機能を有する部分には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

(実施の形態 1)

本発明の実施の形態 1 は、複数の液滴噴射孔を線状に配列した液滴噴射ヘッドを有する液滴噴射装置と、大気圧又は大気圧近傍下におけるプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いることで、所望のサイズのガラス基板に、

- 5 表示装置として不可欠な配線パターンを作製する。特に本発明は大型化する第 5、第 6 世代以降のメータ角基板への適用を意図したものである。以下、本発明の実施の形態 1 について、図 6 を参照して説明する。

最初に公知の方法、例えばスパッタまたは CVD 法（化学気相反応法）を用いて、被処理基板 1001 上に配線となる導電膜を成膜する（図 6（A）、（B））。

- 10 次に、後述する複数の液滴噴射孔を線状に配列した液滴噴射ヘッドを有する液滴噴射装置を用いて、配線パターンの形成部にレジストパターン 1003 を形成する（図 6（C））。前記レジストパターン 1003 は、円形の液滴噴射孔から噴射される液滴を重ね合わせて噴射させることで、線状のパターンにする。つまり、液滴を重ね合わせるように噴射しながら、図 6（C）に示す矢印の方
- 15 向に液滴噴射ヘッドを走査することで、レジストパターン 1003 の形状を形成する。しかし、線状に限らず、任意のパターンに形成することも可能である。

- 次に、ベークした上記レジストパターンをマスクとして、後述する大気圧又は大気圧近傍下におけるプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いて、レジストパターン 1003 の形成された被処理面を 1002 をエッチングする
- 20 （図 6（D））。ここで行うエッチングは、線状のプラズマ発生手段が図 6（D）中の矢印の方向（図面右上方向）に進むように前記プラズマ発生手段を走査させることで行う。このときエッチングガスとして、導電膜と反応するガスを使

用する。上記のエッチング処理を行うことによって、前記レジストパターン1003が形成されていない、露出した導電膜1002のみがエッチングされる(図6(E))。

- 前記エッチング処理後、残存するレジストパターン1003を同様の前記プラズマ処理装置を用いてアッシングを行い、除去する。前記アッシング時のプラズマ発生手段の走査は、前記エッチング時と同様に行う。その結果レジストパターン形成箇所の導電膜のみが残り、配線パターン1004が形成される(図6(F))。なお、アッシング時のガスはレジストに反応性の高い酸素を用いる。

- 以下、実施の形態1で用いる複数の液滴噴射孔を線状に配列した液滴噴射ヘッドを有する線状液滴噴射装置を、図1～4を参照して説明する。図1および図2は線状液滴噴射装置の一構成例について示した概略斜視図であり、また図3、図4はこの線状液滴噴射装置に用いる、ノズルを配置したヘッド部について示した図である。

- 図1(A)に示す線状液滴噴射装置は、装置内にヘッド106を有し、これにより液滴を噴射することで、基板102に所望の液滴パターンを得るものである。本線状液滴噴射装置においては、基板102として、所望のサイズのガラス基板の他、プラスチック基板に代表される樹脂基板、或いはシリコンに代表される半導体ウエハ等の被処理物に適用することができる。

- 図1(A)において、基板102は搬入口104から筐体101内部へ搬入し、液滴噴射処理を終えた基板は搬出口105から搬出する。筐体101内部において、基板102は搬送台103に搭載され、搬送台103は搬入口と搬出口とを結ぶレール110a、110b上を移動する。

ヘッド支持部 107 は、液滴を噴射するヘッド 106 を支持し、搬送台 103 と平行に移動する。基板 102 が筐体 101 内部へ搬入されると、これと同時にヘッド支持部 107 が、最初の液滴噴射処理を行う所定の位置に合うように移動する。ヘッド 106 の初期位置への移動は、基板搬入時、或いは基板搬出 5 出時に行うことで、効率良く噴射処理を行うことができる。

液滴噴射処理は、搬送台 103 の移動により基板 102 が、所定の位置に到達すると開始する。液滴噴射処理は、ヘッド支持部 107 及び基板 102 の相 10 対的な移動と、ヘッド支持部に支持されるヘッド 106 からの液滴噴射の組み合わせによって達成される。基板やヘッド支持部の移動速度と、ヘッド 106 からの液滴を噴射する周期を調節することで、基板 102 上に所望の液滴パ 15 ターンを描画することができる。特に、液滴噴射処理は高度な精度が要求されるため、液滴噴射時は搬送台の移動を停止させ、制御性の高いヘッド支持部 107 のみを順次走査させることが望ましい。ヘッド 106 の駆動にはサーボ 20 モータやパルスモータ等、制御性の高い駆動方式を選択することが望ましい。

また、ヘッド 106 のヘッド支持部 107 による走査は一方向のみに限らず、往復或いは往復の繰り返しを行うことで液滴噴射処理を行っても良い。上記の基板およびヘッド支持部の移動によって、基板全域に液滴を噴射することができる。

液滴は、筐体 101 外部に設置した液滴供給部 109 から筐体内部へ供給さ 20 れ、さらにヘッド支持部 107 を介してヘッド 106 内部の液室に供給される。

この液滴供給は筐体 101 外部に設置した制御手段 108 によって制御されるが、筐体 101 内部におけるヘッド支持部 107 に内蔵する制御手段によって

制御しても良い。

- 制御手段 108 は上記の液滴供給の制御の他、搬送台及びヘッド支持部の移動とこれに対応した液滴噴射の制御が主要機能となる。また液滴噴射によるパターン描画のデータは該装置外部から CAD 等のソフトウェアを通してダウンロードすることが可能であり、これらデータは図形入力や座標入力等の方法によって入力する。また液滴として用いる組成物の残量を検知する機構をヘッド 106 内部に設け、制御手段 108 に残量を示す情報を転送することで、自動残量警告機能を付加させても良い。

- 図 1 (A) には記載していないが、さらに基板や基板上のパターンへの位置合わせのためのセンサや、筐体へのガス導入手段、筐体内部の排気手段、基板を加熱処理する手段、基板へ光照射する手段、加えて温度、圧力等、種々の物性値を測定する手段等を、必要に応じて設置しても良い。またこれら手段も、筐体 101 外部に設置した制御手段 108 によって一括制御することが可能である。さらに制御手段 108 を LAN ケーブル、無線 LAN、光ファイバ等で生産管理システム等に接続すれば、工程を外部から一律管理することが可能となり、生産性を向上させることに繋がる。

- 次にヘッド 106 内部の構造を説明する。図 3 (A) は図 1 (A) のヘッド 106 の断面を長手方向に見たものであり、図 3 (A) の右側がヘッド支持部に連絡する。また図 3 (B) は、該ヘッド 106 の走査方向を、液滴噴射による配線形成の例と合わせて示した斜視図である。

図 3 (A) において、外部からヘッド 201 の内部に供給される液滴は、共通液室流路 202 を通過した後、液滴を噴射するための各ノズル 209 へと分

配される。各ノズル部は適度の液滴がノズル内へ装填されるために設けられた流体抵抗部 203 と、液滴を加圧しノズル外部へ噴射するための加圧室 204、及び液滴噴射孔 206 によって構成されている。

- ここで液滴噴射孔 206 の径は、ノズルの目詰まり防止や高精細なパターン
- 5 作成のために、できるだけ小さい方が望ましい。そのため、噴射孔の径は 0.1 ~ 50 μm (好適には 0.6 ~ 26 μm) に設定し、ノズルから噴射する組成物の噴射量は 0.00001pl ~ 50pl (好適には 0.0001 ~ 40pl) に設定する。この噴射量は、ノズルの径の大きさに比例して増加する。また、被処理物と液滴噴射孔 206 の距離は、所望の箇所に噴射するために、できる限り近づけておくことが好ま
- 10 しく、好適には 0.1 ~ 2 mm 程度に設定する。なお、液滴噴射孔 206 の径を変えずとも、圧電素子に印可されるパルス電圧を変えることによって噴射量を制御することもできる。これらの噴射条件は、線幅が約 10 μm 以下となるように設定しておくのが望ましい。

- また、液滴の噴射に用いる組成物の粘度は 300Pa · s 以下が好適である。こ
- 15 れは、乾燥を防止し、噴射孔から組成物を円滑に吐出できるようにするためである。さらに、用いる溶媒や用途に合わせて組成物の粘度、表面張力などを適時調節するとよい。

- 加圧室 204 の側壁には、電圧印加により変形するチタン酸・ジルコニウム酸・鉛 (Pb (Zr, Ti) O₃) 等の piezo 圧電効果を有する圧電素子 205 を配置
- 20 している。このため、目的のノズルに配置された圧電素子 205 に電圧を印加することで、加圧室 204 内の液滴を押しだし、外部に液滴 207 を噴射することができる。また各圧電素子はこれに接する絶縁物 208 により絶縁されて

いるため、それぞれが電氣的に接触することがなく、個々のノズルの噴射を制御することができる。

- 本発明では液滴噴射を圧電素子を用いたいわゆるピエゾ方式で行うが、液滴の材料によっては、発熱体を発熱させ気泡を生じさせ液滴を押し出す、いわゆる
- 5 るサーマル方式（サーマルインクジェット方式）を用いても良い。この場合、圧電素子 205 を発熱体に置き換える構造となる。

- また液滴噴射のためのノズル部 209 においては、液滴と、共通液室流路 202、流体抵抗部 203、加圧室 204 さらに液滴噴射孔 206 との濡れ性が重要となる。そのため材質との濡れ性を調整するための炭素膜、樹脂膜等（図
- 10 示せず）をそれぞれの流路に形成しても良い。

- 上記の手段によって、液滴を処理基板上に噴射することができる。液滴噴射方式には、液滴を連続して噴射させ連続した線状のパターンを形成する、いわゆるシーケンシャル方式（ディスペンサ方式）と、液滴を点状に噴射する、いわゆるオンデマンド方式があり、本発明における装置構成ではオンデマンド方
- 15 式を示したが、シーケンシャル方式によるヘッドを用いることも可能である。

- 図 3（B）は、前記ヘッド 201 の液滴噴出時の走査例を示した斜視図である。ヘッド 201 は矢印の方向に移動することができる（被処理物を矢印とは逆の方向に移動させても良い。）ことから、被処理物に着弾した液滴が重なるように噴出することで、図 3（B）に示すような直線状の配線パターン 210 を
- 20 形成することも可能である。特に図 3（B）のように、液滴 207 を噴射する液滴噴射孔と、液滴を噴射しない液滴噴射孔とを液滴噴射孔ごとに制御できる。さらにヘッド 201 を上記走査とは垂直な方向に走査する機構を設ければ、前

記配線パターン 2 1 0 とは垂直な、横方向の配線パターンを描画することが可能となり、ひいては任意のパターンの描画が可能となる。この場合、ヘッド 2 0 1 の上記走査とは垂直な方向の走査は、隣り合う液滴噴射孔間の距離程度移動できれば良い。

- 5 図 4 の (A) ~ (C) は図 3 におけるヘッドの底部を模式的に表したものである。図 4 (A) は、ヘッド 3 0 1 底面に液滴噴射孔 3 0 2 を複数個、線状に配列した基本的な配置である。これに対し図 4 (B) では、ヘッド底部 4 0 1 の液滴噴射孔 4 0 2 を 2 列にし、それぞれの列を半ピッチずらして配置する。図 4 の (B) の配置のヘッドを用いれば、上述した、ヘッドの被処理物に垂直
- 10 な方向の走査をするための機構を設けることなしに、前記方向に連続した配線パターンを描画することができ、ひいては任意のパターンを描画することができる。また図 4 (C) では、ピッチをずらすことなく列を 2 列に増やした配置とした。図 4 (C) の配置では、一段目の液滴噴射孔 5 0 2 からの液滴噴射後、時間差をつけて液滴噴射孔 5 0 3 から同様の液滴を同様の箇所に噴射すること
- 15 により、既に噴射された基板上の液滴が乾燥や固化する前に、さらに同一の液滴を厚く積もらせることができる。また、一段目のノズル部が液滴等により目詰まりが生じた場合、予備として二段目の液滴噴射孔を機能させることもできる。

- さらに噴射孔 3 0 2 を被処理物 1 0 2 に対して斜めに配置することで、被処
- 20 理物に液滴を傾斜をつけて噴射しても良い。前記傾斜はヘッド 1 0 6 或いはヘッド支持部 1 0 7 に具備する傾斜機構により傾斜させても良いし、ヘッド 1 0 6 における液滴噴射孔 3 0 2 の形状に傾斜をつけ、液滴を傾斜させて噴射さ

せても良い。上記傾斜をつけた液滴の噴射により、被処理物 102 表面に対する噴射された液滴との濡れ性を制御することで、液滴の被処理物への着弾時の形状を制御することが可能となる。

上記の点状液滴噴射装置の液滴として用いられる組成物は、感光性のレジス

- 5 ト、ペースト状の金属材料または前記ペースト状の金属を分散させた導電性ポリマー等の有機系溶液、さらに超微粒子状の金属材料と前記金属材料を分散させた導電性ポリマー等の有機系溶液等を用いることができる。超微粒子状の金属材料とは数 μm ～サブ μm の微粒子、または nm レベルの微粒子に加工した金属材料であり、前記微粒子のいずれか一方、または両方を有機系溶液に分散
- 10 させて用いる。

前記組成物に前記超微粒子状の金属材料を用いた場合には、コンタクトホールや幅の狭い溝部等に十分回り込むサイズの前記超微粒子状の金属材料を選択する必要がある。

- これらの液滴は、基板の搬送台 103 に取り付けられた加熱機構（図示せず）
- 15 を使用し、液滴着弾時に加熱乾燥させても良いし、必要領域に液滴の着弾が完了した後、或いは全ての液滴噴射処理が完了した後に加熱乾燥させても良い。前記レジストは加熱処理によってバークされエッチングの際のマスクとして使用することができる。また前記超微粒子状の金属材料を含んだ有機系溶液は、加熱処理によって有機系溶液が揮発し、超微粒子状の金属が結合することで金
- 20 属配線として使用することができる。

さらに図 1 (A) で示す線状液滴噴射装置に改良を加えた、図 1 (B) で示す線状液滴噴射装置について説明する。本装置ではヘッド支持部 107 に回転機

構を設け、任意の角度 θ に回転することで、基板102に対しヘッド106が角度を持たせるように設計したものである。角度 θ は任意の角度が許されるが、装置全体のサイズを考慮すると基板102が移動する方向に対し、 0° から 45° 以内であることが望ましい。このヘッド支持部107に回転機構を持たせることにより、ヘッドに設けられた液滴噴射孔のピッチよりも狭いピッチで、液滴パターンを描画することができる。

また図2は、図1(A)で示す線状液滴噴射装置のヘッド106を二つ配置した、いわゆるツインヘッド構造の線状液滴噴射装置である。本装置においては、図4(C)で示したヘッド内部に二列の液滴噴射孔を配置するのとは異なり、材質のことなる液滴を同一の走査で一括して行うことができる。つまり、ヘッド106aで液滴Aの噴射によるパターン形成を行いながら、僅かな時間差を置いてヘッド106bによる液滴Bの噴射によるパターン形成を行うという連続パターン形成を可能とした。109aと109bは液滴供給部であり、それぞれのヘッドで用いる液滴A及び液滴Bを備蓄し、供給する。このツインヘッド構造を用いることで、工程が簡略化することができ、著しく効率を上げることが可能となる。

以上の線状液滴噴射装置は、従来のフォトリソグラフィープロセスにおけるレジスト塗布工程や成膜、エッチング工程と異なり、大気圧或いは大気圧近傍下で行うことができる。大気圧近傍とは5 Torr～800 Torrの圧力範囲を示す。特に、上記液滴噴射装置は800 Torr程度の陽圧下で液滴の噴射を行うことも可能である。

以上の線状液滴噴射装置を用いて本発明の実施の形態1にレジストパターン

1003を形成することで、配線パターンを形成するための必要な箇所のみにレジストが使用されることから、従来用いられているスピン塗布法に比べ、レジストの使用量を格段に低減することが可能となる。

次に、実施の形態1で用いる大気圧又は大気圧近傍下におけるプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を、図5を参照して説明する。図5(A)は、本発明において用いられる前記プラズマ処理装置の斜視図である。前記プラズマ処理装置では、表示装置を構成する、所望のサイズのガラス基板、プラスチック基板に代表される樹脂基板等の被処理物602を取り扱う。被処理物602の搬送方式としては、水平搬送が挙げられるが、第5世代以降のメータ角の基板を用いる場合には、搬送機の占有面積の低減を目的として、基板を縦置きにした縦形搬送を行ってもよい。

図5(A)において被処理物602は、搬入口604から前記プラズマ処理装置の筐体601内部へ搬入し、プラズマ表面処理を終えた処理物を搬出口605から搬出する。筐体内部601内部において、処理物602は搬送台603に搭載され、搬送台603は搬入口604と搬出口605とを連絡するレール610a、610b上を移動する。

前記プラズマ処理装置の筐体601内には、平行平板の電極を有するプラズマ発生手段607、プラズマ発生手段607を移動させる可動支持機構606等が設けられる。また、必要に応じて、エアカーテン等の公知の気流制御手段や、ランプなどの公知の加熱手段（図示せず）が設けられる。

プラズマ発生手段607は、前記プラズマ発生手段607を支持する可動支持機構606が、被処理物602の搬送方向に配置されたレール610a、6

10b と平行に移動することにより、所定の位置に移動する。また、前記搬送台603がレール610a、610b上を移動することにより、被処理物602が移動する。実際にプラズマ処理を行う際には、プラズマ発生手段607および被処理物602を相対的に移動させれば良く、一方が停止していても良い。

- 5 また実際に行うプラズマ処理は、プラズマを連続発生させながらプラズマ発生手段および被処理物を相対的に移動させることで、被処理物602の全面を平等にプラズマ表面処理を行っても良いし、被処理物の任意の箇所でのみプラズマを発生させプラズマ表面処理を行っても良い。

続いてプラズマ発生手段607の詳細について図5(B)を用いて説明する。

- 10 図5(B)は、平行平板の電極を有するプラズマ発生手段607を示す斜視図である。

図5(B)において、矢印はガスの経路を示し、611、612はアルミニウム、銅等の導電性を有する金属に代表される導電物質からなる電極であり、

第1の電極611は電源(高周波電源)608に接続されている。なお第1の

- 15 電極611には、冷却水を循環させるための冷却系(図示せず)が接続されていて良い。冷却系を設けると、冷却水の循環により連続的に表面処理を行う場合の加熱を防止して、連続処理による効率の向上が可能となる。第2の電極612は、第1の電極611と同一の形状であり、かつ平行に配置されている。

また第2の電極612は、613に示すように電氣的に接地されている。

- 20 なお、この第1の電極611又は第二の電極612の少なくとも一方の電極の表面を固体誘電体で覆うのが好ましい。固体誘電体としては、二酸化珪素、酸化アルミニウム、二酸化ジルコニウム、二酸化チタン等の金属酸化物、ポリ

エチレンテレフタレート、ポリテトラフルオロエチレン等のプラスチック、ガラス、チタン酸バリウム等の複合酸化物等が挙げられる。固体誘電体の形状は、シート状でもフィルム状でもよいが、厚みが0.05～4mmであることが好ましい。

- 5 そして、第1の電極611と第2の電極612は、平行に置かれた下端部において線状のガスの細口を形成する。この第1の電極611と第2の電極612の両電極間の空間には、バルブや配管614を介してガス供給手段（ガスポンベ）609aよりプロセスガスが供給される。すると前記両電極間の空間の雰囲気は前記プロセスガスによって置換され、この状態で高周波電源608により
- 10 り第1の電極611に高周波電圧（10～500MHz）が印加されると、前記空間内にプラズマが発生する。そして、このプラズマにより生成されるイオン、ラジカルなどの化学的に活性な励起種を含む反応性ガス流を被処理物602の表面に向けて照射すると（617）、該被処理物602の表面において所定のプラズマ表面処理を行うことができる。このとき該被処理物602表面とプロセスガスの噴射口となる細口との距離は、3mm以下、好ましくは1mm以下、より好ましくは0.5mm以下が良い。特に距離を測定するためのセンサを取り付け、前記被処理物602表面とプロセスガスの噴射口となる細口との距離を制御しても良い。なおガス供給手段（ガスポンベ）609aに充填されるプロセス用ガスは、処理室内で行う表面処理の種類に合わせて適宜設定する。
- 15
- 20 また、排気ガスは、配管615やガス中に混入したゴミを除去するフィルタ（図示せず）、バルブ等を介して排気系609bに回収される。さらにこれら回収した排気ガスを精製し、循環させることでガスを再利用することで、ガスを有効

に利用することもできる。

- 大気圧又は大気圧近傍（5 Torr～800 Torr の圧力範囲をいう。）下で動作するプラズマ処理装置を用いる本発明は、減圧装置に必要である真空引きや大気開放の時間が必要なく、複雑な真空系を配置する必要がない。特に大型基板を用いる場合には、必然的にチャンバも大型化し、チャンバ内を減圧状態にする
- 5 と処理時間もかかってしまうため、大気圧又は大気圧近傍下で動作させる本装置は有効であり、製造コストの低減が可能となる。

- 以上のことから、上記の大気圧プラズマ処理装置を用いて、本発明の実施の形態1における導電膜のエッチング、およびレジストのアッシングを行うこと
- 10 で、従来の排気手続きを省略した短時間での処理が可能となった。また排気系が不必要であることから、従来の減圧処理を有する装置を用いる場合に比べ、縮小したスペースで製造を行うことができた。

- 上記の実施の形態1における配線パターンの作製工程は、前記線状液滴噴射装置と、前記プラズマ処理装置を併用した工程である。いずれか一方の手段を
- 15 使用し他方を従来の手段に任せることも可能であるが、省スペース化、短時間処理、低コスト化等を考慮すると、上記両装置を併用することが望ましい。あるいは、実施の形態2に挙げる点状液滴噴射装置と局所的なプラズマ処理装置を併用する方法と組み合わせてもよい。

（実施の形態2）

- 20 本発明の実施の形態2は、1つまたは複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを有する液滴噴射装置と、大気圧又は大気圧近傍下におけるプラズマ発生手段を有し、局所的なプラズマ処理を行うプラズマ処理装置を用いることで、

所望のサイズのガラス基板に、表示装置として不可欠な配線パターンを作製する。以下、本発明の実施の形態 2 について、図 6 を参照して説明する。

最初に公知の方法、例えばスパッタ法または CVD 法（化学気相反応法）を用いて、被処理基板 1001 上に配線となる導電膜を成膜する（図 6（A））。

- 5 次に、後述する本発明の点状の液滴噴射装置を用いて、配線パターンの形成部にレジストパターン 1003 を形成する（図 6（B））。前記レジストパターン 1003 は点状の液滴噴射孔から噴射される液滴を重ね合わせて噴射させることで、線状のパターンにした。しかし線状に限らず、任意のパターンに形成することも可能である。次にベークした上記レジストパターンをマスクとして、
- 10 後述する本大気圧プラズマ装置を用いて、レジストパターン 1003 で覆われていない導電膜 1002 をエッチングする（図 6（E）および図 6（H））。前記エッチングは、点状のプラズマ発生機構が図 6（H）中の矢印の位置にくるよう順次前記プラズマ発生機構を走査させることで行う。このときエッチングガスとして、導電膜と反応するガスを使用する。前記エッチング処理後、残存
- 15 するレジストパターン 1003 を点状の大気圧プラズマ処理装置を用いてアッシングを行い、除去する。前記アッシング時のプラズマ発生機構の走査は、前記エッチング時と同様に行う。その結果レジストパターン形成箇所の導電膜のみが残り、配線パターンが形成される（図 6（F））。なお、アッシング時のガスはレジストに反応性の高い酸素を用いる。またフッ酸系のガスを用いること
- 20 でさらに反応性を高めても良い。

以下、実施の形態 2 で用いる一つ又は複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを有する液滴噴射装置を、図 21～23 を参照して説明する。図 21 は

点状液滴噴射装置の一構成例について示した概略斜視図であり、また図22、図23はこの点状液滴噴射装置に用いる、ノズルを配置したヘッド部について示した図である。

図21に示す点状液滴噴射装置は、装置内にヘッド5106を有し、該ヘッド5106により液滴を噴射することで、基板5102に所望の液滴パターンを得るものである。本点状液滴噴射装置においては、基板5102として、所望のサイズのガラス基板の他、プラスチック基板に代表される樹脂基板、或いはシリコンに代表される半導体ウエハ等の被処理物に適用することができる。

図21において、基板5102は搬入口5104から筐体5101内部へ搬入し、液滴噴射処理を終えた基板を搬出口5105から搬出する。筐体5101内部において、基板5102は搬送台5103に搭載され、搬送台5103は搬入口と搬出口とを結ぶレール5110a、5110b上を移動する。

ヘッド支持部5107aおよび5107bは、液滴を噴射するヘッド5106を支持し、X-Y平面内の任意の箇所にヘッド5106を移動させる機構である。ヘッド支持部5107aは搬送台5103と平行なX方向に移動し、ヘッド支持部5107aに固定されたヘッド支持部5107bに装着されたヘッド5106は、X方向に垂直なY方向に移動する。基板5102が筐体5101内部へ搬入されると、これと同時にヘッド支持部5107aおよびヘッド5106がそれぞれX、Y方向を移動し、液滴噴射処理を行う初期の所定の位置に設定される。ヘッド支持部5107aおよびヘッド5106の初期位置への移動は、基板搬入時、或いは基板搬出時に行うことで、効率良く噴射処理を行うことができる。

- 液滴噴射処理は、搬送台 5 1 0 3 の移動により、基板 5 1 0 2 が所定の位置に到達すると開始する。液滴噴射処理は、ヘッド支持部 5 1 0 7 a、ヘッド 5 1 0 6 および基板 5 1 0 2 の相対的な移動と、ヘッド支持部に支持されるヘッド 5 1 0 6 からの液滴噴射の組み合わせによって達成される。基板やヘッド支持部、ヘッドの移動速度と、ヘッド 5 1 0 6 からの液滴を噴射する周期を調節することで、基板 5 1 0 2 上に所望の液滴パターンを描画することができる。特に、液滴噴射処理は高度な精度が要求されるため、液滴噴射時は搬送台 5 1 0 3 の移動を停止させ、制御性の高いヘッド支持部 5 1 0 7 a およびヘッド 5 1 0 6 のみを走査させることが望ましい。ヘッド 5 1 0 6 およびヘッド支持部 5 1 0 7 a の駆動にはサーボモータやパルスモータ等、制御性の高い駆動方式を選択することが望ましい。また、ヘッド 5 1 0 6 およびヘッド支持部 5 1 0 7 a の X-Y 方向におけるそれぞれの走査は一方向のみに限らず、往復或いは往復の繰り返しを行うことで液滴噴射処理を行っても良い。上記の被処理物およびヘッド支持部の移動によって、基板全域に液滴を噴射することができる。
- 15 液滴は、筐体 5 1 0 1 外部に設置した液滴供給部 5 1 0 9 から筐体内部へ供給され、さらにヘッド支持部 5 1 0 7 a、5 1 0 7 b を介してヘッド 5 1 0 6 内部の液室に供給される。この液滴供給は筐体 5 1 0 1 外部に設置した制御手段 5 1 0 8 によって制御されるが、筐体内部におけるヘッド支持部 5 1 0 7 a に内蔵する制御手段によって制御しても良い。
- 20 制御手段 5 1 0 8 は上記の液滴供給の制御の他、搬送台、ヘッド支持部およびヘッドの移動とこれに対応した液滴噴射の制御が主要機能となる。また液滴噴射によるパターン描画のデータは該装置外部から CAD 等のソフトウェアを

通してダウンロードすることが可能であり、これらデータは図形入力や座標入力等の方法によって入力する。また液滴として用いる組成物の残量を検知する機構をヘッド5106内部に設け、制御手段5108に残量を示す情報を転送することで、自動残量警告機能を付加させても良い。

- 5 図1には記載していないが、さらに基板や基板上のパターンへの位置合わせのためのセンサや、筐体へのガス導入手段、筐体内部の排気手段、基板を加熱処理する手段、基板へ光照射する手段、加えて温度、圧力等、種々の物性値を測定する手段等を、必要に応じて設置しても良い。またこれら手段も、筐体5101外部に設置した制御手段5108によって一括制御することが可能である。
- 10 る。さらに制御手段5108をLANケーブル、無線LAN、光ファイバ等で生産管理システム等に接続すれば、工程を外部から一律管理することが可能となり、生産性を向上させることに繋がる。

- 次にヘッド5106内部の構造を説明する。図22(A)は、図21のヘッド5106のY方向に平行な断面図であり、図22(B)は該ヘッド5106
- 15 の走査方向を、液滴噴射による配線形成の例と合わせて示した斜視図である。

- 図22(A)において、外部からヘッド5201の内部に供給される液滴は、液室流路5202を通過し予備液室5203に蓄えられた後、液滴を噴射するためのノズル5209へと移動する。ノズル部は適度の液滴がノズル内へ装填されるために設けられた流体抵抗部5204と、液滴を加圧しノズル外部へ噴
- 20 射するための加圧室5205、及び液滴噴射孔5207によって構成されている。

加圧室5205の側壁には、電圧印加により変形するチタン酸・ジルコニウ

ム酸・鉛（ $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ ）等の piezo 圧電効果を有する圧電素子 5206 を配置している。このため、目的のノズルに配置された圧電素子 5206 に電圧を印加することで圧電素子に変形し、加圧室 5205 の内容積が下がることから液滴が押し出され、外部に液滴 5208 を噴射することができる。

- 5 本発明では液滴噴射を圧電素子を用いたいわゆる piezo 方式で行うが、液滴の材料によっては、発熱体を発熱させ気泡を生じさせ液滴を押し出す、いわゆるサーマルインクジェット方式を用いても良い。この場合、圧電素子 5206 を発熱体に置き換える構造となる。

また液滴噴射のためのノズル部 5210 においては、液滴と、液室流路 5202、予備液室 5203、流体抵抗部 5204、加圧室 5205 さらに液滴噴射孔 5207 との濡れ性が重要となる。そのため材質との濡れ性を調整するための炭素膜、樹脂膜等（図示せず）をそれぞれの流路に形成しても良い。

上記の手段によって、液滴を処理基板上に噴射することができる。液滴噴射方式には、液滴を連続して噴射させ連続した線状のパターンを形成する、いわゆるシーケンシャル方式（ディスペンサ方式）と、液滴を点状に噴射する、いわゆるオンデマンド方式があり、本発明における装置構成ではオンデマンド方式を示したが、シーケンシャル方式によるヘッドを用いることも可能である。

図 22（B）は、前記ヘッド 5201 の液滴噴出時の走査例を示した斜視図である。ヘッド 5201 は X および Y 方向を任意に移動することができることから、液滴を点状に重ねながら噴射することで、図 22（B）に示すような鍵型の配線パターン 5211 を形成することも可能である。当然、液滴を噴射する必要のない領域においては、圧電素子 5205 に信号を入力しないことに

よって液滴を噴射させないこともできる。

- 図 2 3 の (A) ~ (C) は図 2 2 におけるヘッドの底部を模式的に表したものである。図 2 3 (A) は、ヘッド 5 3 0 1 底面に液滴噴射孔 5 3 0 2 を一つ設けた基本的な配置である。これに対し図 2 3 (B) では、ヘッド底部 5 4 0 1 の液滴噴射孔 5 4 0 2 を三角形を構成するように三点に増やした、いわゆるクラスタ状の配置である。図 2 3 (B) のようなヘッド 5 4 0 1 を用いると、複数本の連続パターン等が描画でき、また同時に、或いは時間差を設けて複数箇所液滴を噴射できることから、ヘッドの走査量を低減することが可能となる。また図 2 3 (C) では、液滴噴射孔を上下に並べた配置である。この配置では、上の液滴噴射孔 5 5 0 2 からの液滴噴射後、時間差をつけて下の液滴噴射孔 5 5 0 3 から同様の液滴を同様の箇所に噴射することにより、既に噴射された基板上の液滴が乾燥や固化する前に、さらに同一の液滴を厚く積もらせることができる。また、上の液滴噴射孔が液滴等により目詰まりが生じた場合、予備として下の液滴噴射孔を機能させることもできる。
- さらに噴射孔 5 2 0 7 を被処理物 5 1 0 2 に対して斜めに配置することで、被処理物に液滴を傾斜をつけて噴射しても良い。前記傾斜はヘッド 5 1 0 6 或いはヘッド支持部 5 1 0 7 に具備する傾斜機構により傾斜させても良いし、ヘッド 5 1 0 6 における液滴噴射孔 5 2 0 7 の形状に傾斜をつけ、液滴を傾斜させて噴射させても良い。上記傾斜をつけた液滴の噴射により、被処理物 5 1 0 2 の表面に対する噴射された液滴との濡れ性を制御することで、液滴の被処理物への着弾時の形状を制御することが可能となる。

上記の点状液滴噴射装置の液滴として用いられる組成物は、実施の形態 1 で

示したものと同一ものを用いることができる。また、本発明の点状液滴噴射装置は、大気圧または大気圧近傍下（5 Torr～800 Torr）で行うことができる。特に、上記液滴噴射装置は800 Torr程度の陽圧下で液滴の噴射を行うことも可能である。

- 5 以上の点状液滴噴射装置を用いてレジストパターン1003を形成することで、配線パターンを形成するための必要な箇所だけにレジストが使用されることから、従来用いられているスピン塗布法に比べ、レジストの使用量を格段に低減することが可能となる。

- 次に、実施の形態2で用いる大気圧プラズマ処理装置を、図24を参照して説明する。図24（A）は、本発明において用いられるプラズマ処理装置の一例の上面図であり、図24（B）は断面図である。同図において、カセット室16には、所望のサイズのガラス基板、プラスチック基板に代表される樹脂基板等の被処理物13がセットされる。被処理物13の搬送方式としては、水平搬送が挙げられるが、第5世代以降のメータ角の基板を用いる場合には、搬送機
10 の占有面積の低減を目的として、基板を縦置きにした縦形搬送を行ってもよい。
15

- 搬送室17では、カセット室16に配置された被処理物13を、搬送機構（ロボットアーム）20によりプラズマ処理室18に搬送する。搬送室17に隣接するプラズマ処理室18には、気流制御手段10、円筒状の電極を有するプラズマ発生手段12、プラズマ発生手段12を移動させるレール14a、14b、
20 被処理物13の移動を行う移動手段15等が設けられる。また、必要に応じて、ランプなどの公知の加熱手段（図示せず）が設けられる。

気流制御手段10は、防塵を目的としたものであり、吹き出し口23から噴

射される不活性ガスを用いて、外気から遮断されるように気流の制御を行う。

プラズマ発生手段 1 2 は、被処理物 1 3 の搬送方向に配置されたレール 1 4 a、また該搬送方向に垂直な方向に配置されたレール 1 4 b により、所定の位置に移動する。また被処理物 1 3 は、移動手段 1 5 により搬送方向に移動する。実

- 5 際にプラズマ処理を行う際には、プラズマ発生手段 1 2 及び被処理物 1 3 のどちらを移動させてもよい。

次いで、プラズマ発生手段 1 2 の詳細について図 2 5 を用いて説明する。図 2 5 (A) は、円筒状の電極を有するプラズマ発生手段 1 2 の斜視図を示し、図 2 5 (B) ~ (D) には該円筒状の電極の断面図を示す。

- 10 図 2 5 (B) において、点線はガスの経路を示し、2 1、2 2 はアルミニウム、銅などの導電性を有する金属からなる電極であり、第 1 の電極 2 1 は電源（高周波電源）2 9 に接続されている。なお第 1 の電極 2 1 には、冷却水を循環させるための冷却系（図示せず）が接続されていてもよい。冷却系を設けると、冷却水の循環により連続的に表面処理を行う場合の加熱を防止して、連続
- 15 処理による効率の向上が可能となる。第 2 の電極 2 2 は、第 1 の電極 2 1 の周囲を取り囲む形状を有し、電氣的に接地されている。そして、第 1 の電極 2 1 と第 2 の電極 2 2 は、その先端にノズル状のガスの細口を有する円筒状を有する。この第 1 の電極 2 1 と第 2 の電極 2 2 の両電極間の空間には、バルブ 2 7 を介してガス供給手段（ガスポンペ）3 1 よりプロセス用ガスが供給される。
- 20 そうすると、この空間の雰囲気は置換され、この状態で高周波電源 2 9 により第 1 の電極 2 1 に高周波電圧（1 0 ~ 5 0 0 M H z）が印加されると、前記空間内にプラズマが発生する。そして、このプラズマにより生成されるイオン、

ラジカルなどの化学的に活性な励起種を含む反応性ガス流を被処理物 1 3 の表面に向けて照射すると、該被処理物 1 3 の表面において所定の位置に局所的なプラズマ表面処理を行うことができる。このとき該被処理物 1 3 表面とプロセスガスの噴射口となる細口との距離は、3 mm 以下、好ましくは 1 mm 以下、

- 5 より好ましくは 0.5 mm 以下が良い。特に距離を測定するためのセンサを取り付け、前記被処理物 1 3 表面とのプロセスガスの噴射口となる細口との距離を制御しても良い。

- なおガス供給手段（ガスボンベ）3 1 に充填されるプロセス用ガスは、処理室内で行う表面処理の種類に合わせて適宜設定する。また、排気ガスは、ガス
- 10 中に混入したゴミを除去するフィルタ 3 3 とバルブ 2 7 を介して排気系 3 0 に回収される。さらにこれら回収した排気ガスを精製し、循環させることでガスを再利用することで、ガスの有効利用しても良い。

- また、図 2 5（B）とは断面が異なる円筒状のプラズマ発生手段 1 2 を図 2 5（C）（D）に示す。図 2 5（C）は、第 1 の電極 2 1 の方が第 2 の電極 2 2 よりも長く、且つ第 1 の電極 2 1 が鋭角形状を有しており、また、図 2 5（D）
- 15 に示すプラズマ発生手段 1 2 は、第 1 の電極 2 1 及び第 2 の電極 2 2 の間で発生したイオン化したガス流を外部に噴射する形状を有する。

- 大気圧又は大気圧近傍（5 Torr～800 Torr の圧力範囲をいう。）下で動作するプラズマ処理装置を用いる本発明は、減圧装置に必要である真空引きや大気
- 20 開放の時間が必要なく、複雑な真空系を配置する必要がない。特に大型基板を用いる場合には、必然的にチャンバも大型化し、チャンバ内を減圧状態にすると処理時間もかかってしまうため、大気圧又は大気圧近傍下で動作させる本装

置は有効であり、製造コストの低減が可能となる。

- 以上のことから、上記の大気圧プラズマ処理装置を用いて、本発明の実施の形態 2 における導電膜のエッチング、およびレジストのアッシングを行うことで、従来の排気手続きを省略した短時間での処理が可能となった。また排気系
- 5 が不必要であることから、従来の減圧処理を有する装置を用いる場合に比べ、縮小したスペースで製造を行うことができた。

- 上記の実施の形態 2 における配線パターンの作製工程は、本発明の点状液滴噴射手段と、本発明の大気圧プラズマ処理手段とを併用した工程である。いずれか一方の手段を使用し、他方を従来の手段に任せることも可能であるが、省
- 10 スペース化、短時間処理、低コスト化等を考慮すると、上記本発明の点状液滴噴射手段と、本発明の大気圧プラズマ処理手段を併用することが望ましい。あるいは、実施の形態 1 に挙げる線状液滴噴射装置とプラズマ処理装置を併用する方法と組み合わせてもよい。

15 (実施の形態 3)

- 本発明の実施の形態 3 は、実施の形態 1 と同様に、所望のサイズのガラス基板に配線パターンを作製するものであるが、実施の形態 1 と異なり線状液滴噴射手段を用いることなく、プラズマ処理装置のみを使用することを特徴とする。
- なお、ここでは実施の形態 1 で挙げたプラズマ処理装置を使用しているが、実
- 20 施の形態 2 で挙げた局所的なプラズマ処理を行うプラズマ処理装置を使用してもよい。

最初に公知のスパッタ処理方法を用いて、被処理基板 1 0 1 1 に配線となる

導電膜 1012 を成膜する (図 7 (A)、(B))。次に、実施の形態 1、2 で用いた、大気圧又は大気圧近傍下におけるプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いて、導電膜 1012 を選択的にエッチングする (図 7 (C))。前記エッチングは、被処理基板 1011 およびプラズマ発生手段 1013 を図 7

5 (C) における矢印の方向 (図中左方向) に相対的に移動させながら、エッチングを実施する導電成膜の箇所でのみプラズマを発生させることで行う。なお、局所的なプラズマ処理を行うプラズマ処理装置を用いた場合は、図 7 (E) のようにプラズマを発生させてエッチングを行う。

以上のように、導電膜をパターン状に分離することで配線 1014 を形成す

10 る (図 7 (D))。

本発明の実施の形態 3 では、実施の形態 1、2 で示したレジストパターンの形成工程が省略された分、工程を簡略化することができる。しかし、レジストパターンが存在しないため、形成される配線の端が大気圧プラズマ処理装置のプロセスガス噴射孔の径に大きく影響される。従って、この影響が無視できる

15 程度のスケールを有する配線パターンの形成に、実施の形態 3 は適するものである。

以上の配線パターンの作製工程により、実施の形態 1、2 と同様に、従来のチャンバ全体にわたる排気手続きを省略した、短時間での処理が可能となった。また排気系が不必要であることから、従来の減圧処理を有する装置を用いる場

20 合に比べ、縮小したスペースで製造を行うことができた。

(実施の形態 4)

本発明の実施の形態 3 は、実施の形態 1、2、3 と同様に、所望のサイズの

ガラス基板に配線パターンを作製するものであるが、配線形成部に溝を形成した後、この溝の部分に本発明の線状液滴噴射装置または点状液滴噴射装置を用いて液滴を噴射することを特徴とする。

- 最初に被処理基板 1021 上に、溝を形成するための絶縁膜 1022 を、公
5 知の熱酸化プロセス或いは CVD 法（化学気相反応法）等により成膜する（図 8（A）、（B））。絶縁膜 1022 は、酸化珪素膜や窒化珪素膜等の無機系絶縁膜でも良く、またアクリルやポリイミド等の有機系絶縁膜でも良い。

- 次に公知のフォトリソグラフィープロセスを用いて、前記絶縁膜 1022 上に溝 1023 を形成する（図 8（C））。溝 1023 は、後に配線材料である液
10 滴を噴射した際に着弾箇所から広がることを防ぐために設けられた窪みであり、配線パターンの形状となるように形成する。該絶縁膜 1022 への溝形成においては、溝形成を行う領域にあたる該絶縁膜 1022 をフォトリソグラフィープロセスによって完全に除去しても良いし、溝形成領域の下に絶縁膜を残存させても良い。

- 15 前記溝 1023 は線状に形成しても良いし、円形の窪みでも良い。特に円形の窪みの形成では、該絶縁膜 1022 下に導電膜を配置し、窪み形成領域における該絶縁膜を完全に除去することで、該絶縁膜 1022 下の導電膜へのコンタクトホールとすることもできる。前記溝 1023 の側壁はテーパ角を有していても良いし、被処理物表面に対して垂直であっても良い。

- 20 この溝 1023 を埋めるように、線状液滴噴射装置または点状液滴噴射装置を用いて、配線材料の液滴を噴射させる。線状液滴噴射装置の液滴噴射ヘッド 1024 は、図 8（D）の矢印で示すように被処理基板 1021 と相対的に走

査し、同様に点状液滴噴射装置の液滴噴射ヘッド1026は、図8(F)の矢印のように被処理基板1021と相対的に走査する。溝1023を液滴で満たすのに必要な液滴噴射ヘッドにおける液滴噴射孔のみから液滴を噴射させる(図8(D)、図8(F))。その結果、溝部1023が液滴によって満たされ、

5 配線パターン1025が描画される(図8(E))。

該溝部1023の幅および深さを液滴の径に合わせ設計することで、精度良く液滴を溝部に満たすことができる。該溝部1023の幅および深さは、液滴の材質を考慮し設計する必要がある。

- 以上の配線パターン作製工程により、実施の形態1、2と同様に、従来の排
- 10 気手続きを省略した短時間での処理が可能となった。また排気系が不必要であることから、従来の減圧処理を有する装置を用いる場合に比べ、縮小したスペースで製造を行うことができた。さらに本実施の形態4においては、配線形成部に溝を形成するため、線状液滴噴射装置及び点状液滴噴射装置の液滴噴射ヘッドに粘性の低い材料を使うことが可能となった。さらに液滴材料、溝部の加工
- 15 寸法等を的確に選択することで、平坦性の高い処理面を作製することも可能である。

(実施の形態5)

- 本発明の実施の形態5は、積層膜どうしの密着性を向上させるため、液滴噴射装置を用いてマトリクス状のパターンを描画することを特徴とする。なお、こ
- 20 こで用いる液滴噴射装置は、線状液滴噴射装置あるいは点状液滴噴射装置のどちらでもよい。

図9を参照して上記工程を説明する。被処理基板1031上に、液滴噴射装

置を用いて、マトリクス状に液滴 1 0 3 2 を噴射する（図 9（A）、（B））。被処理基板 1 0 3 1 はガラス基板であっても、積層膜を有する基板であっても良い。続いて被処理基板 1 0 3 1 および液滴 1 0 3 2 上に、薄膜 1 0 3 3 を積層する。薄膜 1 0 3 3 は酸化珪素膜や窒化珪素膜等の無機系薄膜であっても、有機系薄膜であっても良い。また薄膜 1 0 3 3 は有機系の平坦化膜であっても、LCD パネルの後工程で塗布される配向膜やシール材であっても良い。

以上のように、線状液滴噴射装置または点状液滴噴射装置を用いてマトリクス状のパターンを形成することにより、積層膜間の密着性を向上させることが可能となった。

10 （実施例 1）

複数の液滴噴射孔を線状に配列した液滴噴射ヘッドを有する液滴噴射装置と、大気圧下または大気圧近傍下におけるプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いた、本発明の表示装置の作製方法を説明する。以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。本発明の実施例 1 はチャネルストップ型の薄膜トランジスタ（TFT）の作製方法である。

ガラス、石英、半導体、プラスチック、プラスチックフィルム、金属、ガラスエポキシ樹脂、セラミックなどの各種材料とする被処理基板 2 0 0 1 上に、本発明の線状の液滴噴射装置により、公知の導電性を有する組成物を必要な箇所へ噴射することで、ゲート電極及び配線 2 0 0 2、容量電極及び配線 2 0 0 3 を形成する（図 1 0（A））。ゲート電極及び配線 2 0 0 2 の線幅は 5 ～ 5 0 μm 程度で描画することが望ましい。

次に、ゲート電極及び配線 2 0 0 2、容量電極及び配線 2 0 0 3 が形成され

た基板に加熱処理等を施すことで、液滴の溶液を揮発させて、その組成物の粘性を上げる。なお前記加熱処理は、線状の液滴噴射装置による液滴噴射時、任意の領域での液滴噴射後、或いは全工程終了後のいずれに行っても良い。

- 続いて、該線状液滴噴射装置を用いて、前記工程で噴射したゲート電極及び
- 5 配線 2002、容量電極及び配線 2003 を覆うようにレジスト 2004、2005 を噴射する (図 10 (B))。

- その後、公知のフォトリソグラフィープロセスを用いて、レジストをパターニングする (図 10 (C))。なお線状液滴噴射装置によりレジストを噴射する際、公知のフォトリソグラフィープロセスを用いずに線状液滴噴射装置により
- 10 直接レジストパターンを形成しても良い。

次に前記大気圧下におけるプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いて線状のプラズマを形成し、ゲート電極及び配線 2002、容量電極及び配線 2003 のエッチングを行った後、同様に本発明の大気圧プラズマ装置を用いてアッシングによりレジストを除去する。(図 11 (A)、(B))。

- 15 以上の工程によりゲート電極及び配線 2002、容量電極及び配線 2003 を形成する。なおゲート電極及び配線 2002、容量電極及び配線 2003 を形成する材料としてはモリブデン (Mo)、チタン (Ti)、タンタル (Ta)、タングステン (W)、クロム (Cr)、アルミニウム (Al)、銅 (Cu)、ネオジム (Nd) を含むアルミニウム (Al) 等や、これらの積層または合金のような導電性材
- 20 料を用いることが可能である。

その後、CVD 法 (化学気相反応法) 等の公知の方法により、ゲート絶縁膜 2006 を形成する (図 11 (C))。本実施例においてはゲート絶縁膜 2006

として、大気圧下で CVD 法により窒化珪素膜を形成するが、酸化珪素膜又はそれらの積層構造を形成しても良い。

さらに公知の方法（スパッタリング法、LP（減圧）CVD 法、プラズマ CVD 法等）により 25～80 nm（好ましくは 30～60 nm）の厚さで活性半導体層 2007 を成膜する。該活性半導体層 2007 は非晶質珪素膜に代表される非晶質半導体膜であり、被処理基板 2001 上の全面に形成する。

次に被処理基板上の全面に窒化珪素膜等を成膜後、パターニングを行うことでチャネル保護膜（エッチング停止膜）2008 を形成する（図 12（B））。該チャネル保護膜 2008 の形成には、前記の線状液滴噴射装置を用いてレジストを噴射しても良いし、公知のフォトリソグラフィープロセスを用いても良い。

続いて n 型の導電型を付与する不純物元素が添加された非晶質半導体膜 2009 を、被処理基板上の全面に形成する（図 12（C））。

その後、本発明の線状液滴噴射装置を用いてソース・ドレイン電極及び配線 2010、2011 を形成する（図 13（A））。なおソース・ドレイン電極及び配線 2010、2011 は、図 10（A）乃至図 11（B）に示したゲート電極及び配線 2002、容量電極及び配線 2003 と同様にパターニングを行えば良い。ソース・ドレイン電極及び配線 2010、2011 の線幅は 5～25 μm 程度で描画する。前記ソース・ドレイン電極及び配線 2010、2011 を形成する材料としては、ゲート電極、配線と同様にモリブデン（Mo）、チタン（Ti）、タンタル（Ta）、タングステン（W）、クロム（Cr）、アルミニウム（Al）、銅（Cu）、ネオジム（Nd）を含むアルミニウム（Al）等や、これらの積層ま

たは合金のような導電性材料を用いることが可能である。

その後、ソース・ドレイン電極及び配線 2010、2011 をマスクとして、
n 型の導電性を付与する不純物元素が添加された非晶質半導体膜 2009 およ
び該活性半導体層 2007 を、前記大気圧下におけるプラズマ発生手段を有す
5 るプラズマ処理装置を用いて線状のプラズマを形成し、これを走査することで
エッチングを行う（図 13 (B)）。チャネル形成部においては、前記チャネル
保護膜（エッチング停止膜）2008 によって、前記チャネル保護膜（エッチ
ング停止膜）2008 下の該活性半導体層 2007 はエッチングされない。

さらに CVD 法など公知の方法により、保護膜 2012 を形成する（図 13
10 (C)）。本実施例では、保護膜 2012 として大気圧下で CVD 法により窒化珪
素膜を形成するが、酸化珪素膜、又はそれらの積層構造を形成しても良い。ま
たアクリル膜等、有機系樹脂膜を使用することもできる。

その後、線状液滴噴射装置によりレジストを噴射した後、公知のフォトリソ
グラフィープロセスによりレジストをパターニングする（図示せず）。さらに前
15 記大気圧下におけるプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いて線状
のプラズマを形成し、保護膜 2012 のエッチングを行い、コンタクトホール
2013 を形成する（図 14 (A)）。コンタクトホール 2013 の径は、ガス
流や電極間に印加する高周波電圧等を調節することで、2.5～30 μm 程度
に形成することが望ましい。

20 その後、線状液滴噴射装置により、画素電極 2014 を形成する（図 14 (B)）。
該画素電極 2014 は、線状液滴噴射装置により直接描画しても良いし、図 1
0 (A) 乃至図 11 (B) に示したゲート電極及び配線 2002、容量電極及び

配線 2003 と同様にパターニングを行うことで形成しても良い。該画素電極 2014 の材料として ITO (酸化インジウム酸化スズ合金)、酸化インジウム酸化亜鉛合金 (In_2O_3) - ZnO)、酸化亜鉛 (ZnO) 等の透明導電膜、またはモリブデン (Mo)、チタン (Ti)、タンタル (Ta)、タングステン (W)、クロム (Cr)、

- 5 アルミニウム (Al)、銅 (Cu)、ネオジム (Nd) を含むアルミニウム (Al) 等や、これらの積層または合金のような導電性材料を用いることが可能である。

本実施例 1 ではチャンネルストップ型の薄膜トランジスタの作製例を示したが、チャンネルストップ膜を用いることのない、チャンネルエッチ型の薄膜トランジスタを前記装置によって作製しても良いことは言うまでもない。

- 10 なお、以上の構成に限らず、1つまたは複数の液滴噴射装置を配置した液滴噴射ヘッドを有する液滴噴射装置及び大気圧又は大気圧近傍下におけるプラズマ発生機構を有し、局在的なプラズマ処理を行うプラズマ処理方法を用いて、同様にして本発明の表示装置を作成することも可能である。

(実施例 2)

- 15 前記円形の液滴噴射孔を線状に配置した液滴噴射ヘッドを有する液滴噴射装置と、大気圧下または大気圧近傍下におけるプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いた、本発明の表示装置の作製方法を説明する。本実施例では、レジストマスクを用いたフォトリソグラフィプロセスを全く用いることなく薄膜トランジスタ (TFT) を作製することを特徴とする。以下、図面を参照
- 20 して本発明の実施例を説明する。本発明の実施例 2 はチャンネルストップ型の薄膜トランジスタ (TFT) の作製方法である。

ガラス、石英、半導体、プラスチック、プラスチックフィルム、金属、ガラ

スエポキシ樹脂、セラミックなどの各種材料とする被処理基板 3 0 0 1 上に、
本発明の線状の液滴噴射装置により、公知の導電性を有する組成物を必要な箇
所に噴射することで、ゲート電極及び配線 3 0 0 2、容量電極及び配線 3 0 0
3 を形成する（図 1 5 (A)）。ゲート電極及び配線 3 0 0 2 の線幅は 5 ～ 5 0
5 μm 程度で描画することが望ましい。

次に、ゲート電極及び配線 3 0 0 2、容量電極及び配線 3 0 0 3 が形成され
た基板に加熱処理等を施すことで、液滴の溶液を揮発させて、その組成物の粘
性を低下させる。なお前記加熱処理は、線状の液滴噴射装置による液滴噴射時、
任意の領域での液滴噴射後、或いは全工程終了後のいずれに行っても良い。

- 10 本実施例においてはフォトリソグラフィープロセスを行うことなく、前記線
状液滴噴射装置により描画した組成物のパターンを、直接ゲート電極及び配線
として用いることを特徴とする。

- 以上の工程によりゲート電極及び配線 3 0 0 2、容量電極及び配線 3 0 0 3
を形成する。なおゲート電極及び配線 3 0 0 2、容量電極及び配線 3 0 0 3 を
15 形成する材料としてはモリブデン (Mo)、チタン (Ti)、タンタル (Ta)、タン
グステン (W)、クロム (Cr)、アルミニウム (Al)、銅 (Cu)、ネオジム (Nd)
を含むアルミニウム (Al) 等や、これらの積層または合金のような導電性材
料を用いることが可能である。

- その後、CVD 法（化学気相反応法）等の公知の方法により、ゲート絶縁膜 3
20 0 0 4 を形成する（図 1 5 (B)）。本実施例においてはゲート絶縁膜 3 0 0 4
として、大気圧下で CVD 法により窒化珪素膜を形成するが、酸化珪素膜又は
それらの積層構造を形成しても良い。

さらに公知の方法（スパッタリング法、LP（減圧）CVD法、プラズマCVD法等）により25～80nm（好ましくは30～60nm）の厚さで活性半導体層3005を成膜する。該活性半導体層3005は非晶質珪素膜に代表される非晶質半導体膜であり、被処理基板3001上の全面に形成する（図15（C））。

- 5 次に被処理基板のチャネル形成領域にチャネル保護膜（エッチング停止膜）3006を形成する（図16（A））。該チャネル保護膜3006の形成には、前記の線状液滴噴射装置を用いてポリイミドやアクリル膜等、有機系樹脂膜等の高抵抗の特性を有する組成物を噴射する。また前記チャネル保護膜に、SO
- 10 G（スピノングラス）液として広く用いられているシリカガラス、アルキルシロキサンポリマー、アルキルシルセスキオキサンポリマー（MSQ）、水素化シルセスキオキサンポリマー（HSQ）、水素化アルキルシルセスキオキサンポリマー（HOSP）等を用いても良い。

続いてn型の導電性を付与する不純物元素が添加された非晶質半導体膜3007を、被処理基板上の全面に形成する（図16（B））。

- 15 その後、本発明の線状液滴噴射装置を用いてソース・ドレイン電極及び配線3008、3009を形成する（図16（C））。この場合も配線となる液滴を直接被処理物に噴射させることで配線パターンを形成するため、フォトリソグラフィプロセスを必要としない。ソース・ドレイン電極及び配線3008、3009の線幅は5～25 μ m程度で描画する。前記ソース・ドレイン電極及
- 20 び配線3008、3009を形成する材料としては、ゲート電極、配線と同様にモリブデン（Mo）、チタン（Ti）、タンタル（Ta）、タングステン（W）、クロム（Cr）、アルミニウム（Al）、銅（Cu）、ネオジム（Nd）を含むアルミニウム

(A1) 等や、これらの積層または合金のような導電性材料を用いることが可能である。

- その後、ソース・ドレイン電極及び配線 3008、3009 をマスクとして、
n 型の導電性を付与する不純物元素が添加された非晶質半導体膜 3007 およ
5 び該活性半導体層 3005 を、前記大気圧下におけるプラズマ発生手段を有する
プラズマ処理装置を用いて線状のプラズマを形成し、これを走査することで
エッチングを行う (図 17 (A))。チャネル形成部においては、前記チャネル
保護膜 (エッチング停止膜) 3006 によって、前記チャネル保護膜 (エッチ
ング停止膜) 3006 下の該活性半導体層 3005 はエッチングされない。
- 10 さらに CVD 法など公知の方法により、保護膜 3010 を形成する (図 17
(B))。本実施例では、保護膜 3010 として大気圧下で CVD 法により窒化珪
素膜を形成するが、酸化珪素膜、又はそれらの積層構造を形成しても良い。ま
たアクリル膜等、有機系樹脂膜を使用することもできる。

- その後、線状液滴噴射装置によりレジストを噴射し、レジストパターン 30
15 12 を形成後、前記大気圧下におけるプラズマ発生手段を有するプラズマ処理
装置を用いて線状のプラズマを形成し、レジストパターン 3012 の覆ってい
ない保護膜 3010 のエッチングを行う。このようにしてコンタクトホール 3
013 を形成する (図 17 (C))。コンタクトホール 3013 の径は、ガス流
や電極間に印加する高周波電圧等を調節することで、2.5 ~ 30 μm 程度に
20 形成することが望ましい。

その後、スパッタ等の公知の方法により、画素電極となる材料 3013 を被
処理物全面に成膜する (図 18 (A))。該画素電極の材料として ITO (酸化イ

- ンジウム酸化スズ合金)、酸化インジウム酸化亜鉛合金 (In_2O_3) - ZnO)、酸化亜鉛 (ZnO) 等の透明導電膜、またはモリブデン (Mo)、チタン (Ti)、タantal (Ta)、タングステン (W)、クロム (Cr)、アルミニウム (Al)、銅 (Cu)、ネオジム (Nd) を含むアルミニウム (Al) 等や、これらの積層または合金の
- 5 ような導電性材料を用いることが可能である。続いて前記線状液滴噴射装置によりレジストを噴射し、画素電極形成領域をレジストパターン 3014 で覆う (図 18 (B))。さらに前記大気圧下におけるプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いて線状のプラズマを形成し、レジストパターン 3012 の覆っていない画素電極材料をエッチング除去する (図 18 (C))。そして前記
- 10 大気圧下におけるプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いて、レジストパターン 3014 をアッシング除去することにより、画素電極 3013 が形成される (図 19)。

- 本実施例 2 では、従来フォトリソグラフィープロセスで用いられたフォトマスクを使用することなく、チャネルストップ型の薄膜トランジスタを作製する
- 15 例を示したが、チャネル保護膜を用いることの無い、チャネルエッチ型の薄膜トランジスタを前記装置を用いて作製しても良いことは言うまでもない。

実施例 1 および実施例 2 では非晶質半導体膜を用いた表示装置の作製方法を示したが、同様の作製方法を用いてポリシリコンに代表される結晶性半導体を用いた表示装置を作製することもできる。

- 20 また、上記非晶質半導体および結晶性半導体膜を用いた表示装置は液晶表示装置であるが、同様の作製方法を発光表示装置 (EL (エレクトロ・ルミネッセンス) 表示装置) に適用しても良い。

なお、以上の構成に限らず、1つまたは複数の液滴噴射装置を配置した液滴噴射ヘッドを有する液滴噴射装置及び大気圧又は大気圧近傍下におけるプラズマ発生機構を有し、局在的なプラズマ処理を行うプラズマ処理方法を用いて、同様にして本発明の表示装置を作成することも可能である。

5 (実施例3)

液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを有する液滴噴射装置と、大気圧下または大気圧近傍下におけるプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いた、本発明の表示装置の作製方法を説明する。なお、液滴噴射装置は、線状液滴噴射装置および点状液滴噴射装置のどちらも用いてもよい。以下、図26～

10 図27を参照して本発明の実施例を説明する。この実施例は、チャネルエッチ型の薄膜トランジスタ(TFT)の作製方法である。

まず、基板3101上に、Tiを含む薄膜(図示せず)を成膜する。ここでは、ガラス基板上に5nm以下のTi薄膜を成膜したが、これに限定されるものではない。Tiを含む薄膜を成膜することによって、後に導電材料を含む組成物を吐出することによって形成される導電膜と基板との密着性を高めることができる。また、該導電膜を焼成する際にTi薄膜が酸化されてTiO₂になるため、透過率を向上させることができる。また、図示しないが、基板側から不純物などの拡散を防止する目的で、酸化シリコン(SiO_x)、窒化シリコン(SiN_x)、酸化窒化シリコン(SiO_xN_y)(x>y)、窒化酸化シリコン(SiN_xO_y)(x>y)など(x、y=1、2・・・)の絶縁膜を形成してもよい。

次に、液滴吐出法を用いて、ゲート電極が形成される部分に、導電材料を含

む組成物をノズルから吐出することにより、導電膜 3 1 0 2 を選択的に形成する（図 2 6 (A)）。導電材料としては A g を用いたが、これに限定されるものではない。この際、導電膜の形状は、液滴の表面張力によって丸みを帯びた形状となっている。

- 5 ここで、導電材料としては A g を用いたが、これに限定されるものではない。他にも、A u、C u、N i、P t、P d、I r、R h、W、A l、T a、M o、C d、Z n、F e、T i、S i、G e、Z r、B a 等の金属、ハロゲン化銀の微粒子等、又は分散性ナノ粒子等の導電材料を溶媒に溶解又は分散させたものを用いることができる。ここで、溶媒としては、テトラデカン等を用い
- 10 ればよい。また、液滴吐出条件等も、実施の形態と同様のものを採用することができる。

- なお、金属材料に関しては、比抵抗値を考慮して、金、銀、銅のいずれかの材料を溶媒に溶解又は分散させたものを用いることが好ましい。より好ましくは、低抵抗な銀又は銅を用いるとよい。ただし、銅を用いる場合には、不純物
- 15 対策として合わせてバリア膜を用いるとよい。溶媒は、酢酸ブチル、酢酸エチルなどのエステル類、イソプロピルアルコール、エチルアルコールなどのアルコール類、メチルエチルケトン、アセトンなどの有機溶媒などを用いるとよい。
- また、銅を配線として用いる場合のバリア膜としては、窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化アルミニウム、窒化チタン、窒化タンタル（TaN : Tantalum
- 20 Nitride）など窒素を含む絶縁性又は導電性の物質を用いるとよい。

 また、液滴の噴射に用いる組成物の粘度は $300 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下が好適である。これは、乾燥を防止し、噴射口から組成物を円滑に吐出できるようにするため

である。さらに、用いる溶媒や用途に合わせて、組成物の粘度、表面張力などは適宜調整するとよい。一例として、ITO、ITSO、有機インジウム、有機スズを溶媒に溶解又は分散させた組成物の粘度は $5 \sim 50 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 、銀を溶媒に溶解又は分散させた組成物の粘度は $5 \sim 20 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 、金を溶媒に溶解又は分散させた組成物の粘度は $10 \sim 20 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ である。また、液滴の噴射に用いる組成物の粘度は $300 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下が好適である。これは、乾燥を防止し、噴射口から組成物を円滑に吐出できるようにするためである。さらに、用いる溶媒や用途に合わせて、組成物の粘度、表面張力などは適宜調整するとよい。一例として、ITO、ITSO、有機インジウム、有機スズを溶媒に溶解又は分散させた組成物の粘度は $5 \sim 50 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 、銀を溶媒に溶解又は分散させた組成物の粘度は $5 \sim 20 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 、金を溶媒に溶解又は分散させた組成物の粘度は $10 \sim 20 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ である。

次に、導電膜3102を少なくとも窒素及び酸素を含む雰囲気下で焼成する。ここでは、窒素に酸素を混合させたガスを用い、混合ガス中に占める酸素分圧は25%、焼成条件は、 230°C 、1時間としたが、これに限定されるものではない。このように、液滴吐出法によって導電膜3102を形成した後に、 O_2 を含む雰囲気下において焼成することにより、導電膜の平滑性が向上し、さらに薄膜化、低抵抗化が促進される。

以上の焼成工程を経て、ゲート電極3103が形成される(図26(B))。なお、さらに平坦性を向上させたい場合には、平坦化処理を行うことも可能である。例えば、CMP(化学的機械的研磨)法、エッチバック、リフロー、塗布法、酸化物の埋め込み、バイアススパッタ、CVDによる選択成長、レーザー

等を用いることができる。

次に、ゲート電極 3 1 0 3 上に、ゲート絶縁膜 3 1 0 4 を形成する（図 2 6 (C)）。ここでは、膜厚が 1 1 0 nm の酸化窒化珪素膜（SiON）を、プラズマ CVD 法によって形成したが、これに限定されるものではない。例えば、膜厚が 1 0 0 ~ 4 0 0 nm の窒化珪素（SiN_x）を、スパッタリング法などの薄膜形成法によって形成してもよい。また、酸化珪素やその他の珪素を含む絶縁膜で形成してもよい。

次に、ゲート絶縁膜 3 1 0 4 上に、半導体膜 3 1 0 5 を形成する（図 2 6 (C)）。ここでは、膜厚が 1 0 ~ 3 0 0 nm のセミアモルファスシリコン（SAS）膜を、プラズマ CVD 法によって形成したが、これに限定されるものではない。

ここで、セミアモルファス半導体について説明する。セミアモルファス半導体とは、非晶質と結晶構造（単結晶、多結晶を含む）の中間的な構造を有し、自由エネルギー的に安定な第 3 の状態を有する半導体であって、短距離秩序を持ち格子歪みを有する結晶質な領域を含んだ半導体である。少なくとも膜中の一部の領域には、0.5 ~ 2 0 nm の結晶粒を含んでおり、所謂微結晶半導体（マイクロクリスタル半導体）とも呼ばれる。また、ラマンスペクトルが 5 2 0 cm⁻¹ よりも低波数側にシフトしており、X 線回折では Si 結晶格子に由来するとされる（1 1 1）、（2 2 0）の回折ピークが観測されるという特徴を有している。また、未結合手（ダングリングボンド）の中和剤として水素またはハロゲンを少なくとも 1 原子% またはそれ以上含有している。

セミアモルファスシリコンは、SiH₄、Si₂H₆、SiH₂Cl₂、SiHCl₃、SiCl₄、SiF₄ などの珪化物気体をプラズマ CVD 法によってグ

- ロー放電分解して形成する。この珪化物気体を H_2 、又は、 H_2 と He 、 Ar 、 Kr 、 Ne から選ばれた一種または複数種の希ガス元素で希釈してもよい。希釈率は $2 \sim 1000$ 倍の範囲、圧力は概略 $0.1 Pa \sim 133 Pa$ の範囲、電源周波数は $1 MHz \sim 120 MHz$ 、好ましくは $13 MHz \sim 60 MHz$ とするのがよい。また、基板加熱温度は $350^\circ C$ 以下、好ましくは $100 \sim 300^\circ C$ とする。膜中の不純物元素のうち、酸素、窒素、炭素などの大気成分の不純物は $1 \times 10^{20} cm^{-3}$ 以下とすることが望ましく、特に、酸素濃度は $5 \times 10^{19} cm^{-3}$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{19} cm^{-3}$ 以下とする。なお、ここで説明したSASの形成方法は、実施の形態1、2においても適用することができる。
- 10 次に、半導体膜3105上に、n型の半導体膜3106を形成する（図26(c)）。ここでは、 SiH_4 、 H_2 、 PH_3 （フォスフィン）の混合ガスを、プラズマCVD法を用いてグロー放電分解することによって、膜厚が $40 \sim 60 nm$ のn型（n+）セミアモルファスシリコン膜を形成したが、これに限定されるものではない。
- 15 ゲート絶縁膜3104、半導体膜3105及びn型の半導体膜3106は、プラズマCVD装置等の同一のチャンバーにおいて、連続的に成膜することができる。なお、TFTの特性安定化と性能向上を図るため、ゲート絶縁膜3104の形成温度は $300^\circ C$ 以上の程度にし、アモルファスシリコン膜の成膜温度は膜中に混入している水素が脱離しない $300^\circ C$ 以下の程度に設定すること
- 20 が望ましい。
- なお、半導体膜3105及びn型の半導体膜3106としては、アモルファス半導体膜や、結晶性半導体膜を用いてもよい。

次に、n型の半導体膜上3106に、マスクパターン3107を形成する(図26(C))。マスクパターン3107は、従来通りフォトレジストを用いて形成してもよいが、液滴吐出法を用いて形成することが好ましい。この場合、耐熱性高分子材料を用いて形成することが好ましく、芳香環、複素環を主鎖にもち、

- 5 脂肪族部分が少なく高極性のヘテロ原子基を含む高分子を用いることが好ましい。そのような高分子物質の代表例として、ポリイミド又はポリベンゾイミダゾールなどが挙げられる。ポリイミドを用いる場合には、ポリイミドを含む組成物を、ノズルからn型の半導体膜上に吐出し、200℃で30分焼成して形成するのがよい。

- 10 次に、半導体膜3105及びn型の半導体膜3106を、マスクパターン3107をマスクとしてエッチングする(図26(D))。これによって、半導体膜3105及びn型半導体膜3106は島状に形成される。エッチングした後、マスクパターンはO₂アッシング等によって除去する。

- なお、このエッチングは、大気圧プラズマを利用して行うこともできる。この際、エッチングガスとしては、CF₄とO₂の混合ガスを用いるのがよい。また、エッチングガスを局所的に吹きつけ、エッチングを行うことにより、マスクレスでエッチングを行うことも可能である。

- 次に、島状のn型半導体膜のうち、ソース領域、ドレイン領域となる部分の上方にソース電極となる導電膜、ドレイン電極となる導電膜3108を液滴吐出法によって形成する(図27(A))。導電材料としては、ゲート電極に用いた材料と同様の材料を、溶媒に溶解又は分散させたものを用いることができる。一例としては、Agを含む組成物を選択的に吐出して、導電膜を形成する。こ

の際、導電膜の形状は、液滴の表面張力によって丸みを帯びた形状となっている。

次に、導電膜を少なくとも窒素及び酸素を含む雰囲気下で焼成し、ソース電極 3 1 0 9、ドレイン電極 3 1 1 0 を形成する (図 2 7 (B))。ここでは、窒素
5 に酸素を混合させたガスを用い、混合ガス中に占める酸素分圧は 2 5 %、焼成条件は、2 3 0 ℃、1 時間としたが、これに限定されるものではない。このように、液滴吐出法によって導電膜を形成した後に、 O_2 を含む雰囲気下において焼成することにより、導電膜の平滑性が向上し、さらに薄膜化、低抵抗化が促進される。

10 次に、ソース電極 3 1 0 9、ドレイン電極 3 1 1 0 をマスクとして、n 型の半導体膜、及び島状半導体膜の上部をエッチング除去することにより、ソース領域 3 1 1 1、ドレイン領域 3 1 1 2、チャネル領域 3 1 1 3 を形成する (図 2 7 (C))。この際、T F T のチャネル領域となる半導体膜の損傷を抑えるため、ゲート絶縁膜との選択比の高いエッチングを行う必要がある。

15 なお、このエッチングは、大気圧プラズマを利用して行うこともできる。この際、エッチングガスとしては、 CF_4 と O_2 の混合ガスを用いるのがよい。また、エッチングガスを局所的に吹きつけ、エッチングを行うことにより、マスクレスでエッチングを行うことも可能である。

以上の工程により、チャネルエッチ型 T F T が完成する。なお、ソース電極
20 3 1 0 9、ドレイン電極 3 1 1 0 上に、パッシベーション膜を成膜してもよい。パッシベーション膜は、プラズマ C V D 法又はスパッタリング法などの薄膜形成法を用い、窒化珪素、酸化珪素、窒化酸化珪素、酸化窒化珪素、酸化窒化ア

ルミニウム、または酸化アルミニウム、DLC、窒素含有炭素、その他の絶縁性材料を用いて形成することができる。さらに、これらの材料を積層させて形成してもよい。

- また図示しないが、ゲート電極と接続する配線、ソース電極、ドレイン電極
- 5 に接続する他の配線を、液滴吐出法を利用して作製することができる。すなわち、液滴吐出法によりマスクパターンを形成してエッチング加工をしてもよいし、導電性の組成物を直接描画して配線を形成してもよい。液滴吐出法により配線を作製する時は、その配線の幅により、吐出口を付け替えて、吐出物の量を調節すればよい。例えば、ゲート信号線とゲート電極において、ゲート信号
- 10 線は太いパターンで、ゲート電極ではより細かいパターンでそれぞれ所望の形状に形成することができる。また、マスクパターンを液滴吐出法により形成することにより、レジストの塗布、レジストの焼成、露光、現像、現像後の焼成等の工程を省略することができる。その結果、工程の簡略化によるコストの大幅な低減を図ることができる。このように、電極、配線、マスクパターン等を形
- 15 成するにあたり液滴吐出法を用いることによって、任意の場所にパターンを形成でき、形成するパターンの厚さや太さを調整できるので、一辺が1メートルを越えるような大面積の基板にも、低いコストで歩留まり良く製造することができる。

(実施例4)

- 20 本発明を用いて様々な電気器具を完成させることができる。本発明を利用することにより、工程の簡便化、装置ひいては製造工場の小規模化、また工程の短時間化を図ることができるため、製品を簡略かつ短時間で製造することが可

能になる。その具体例について図20を用いて説明する。

図20(A)は例えば20～80インチの大型の表示部を有する表示装置であり、筐体4001、支持台4002、表示部4003、スピーカー部4004、ビデオ入力端子4005等を含む。本発明は、表示部4003の作製に適用される。このような大型の表示装置は、生産性やコストの面から、いわゆる第五世代(1000×1200mm²)、第六世代(1400×1600mm²)、第七世代(1500×1800mm²)のようなメータ角の大型基板を用いて作製することが好適である。

図20(B)は、ノート型パーソナルコンピュータであり、本体4201、
10 筐体4202、表示部4203、キーボード4204、外部接続ポート4205、ポインティングマウス4206等を含む。本発明は、表示部4203の作製に適用される。

図20(C)は記録媒体を備えた携帯型の画像再生装置(具体的にはDVD再生装置)であり、本体4401、筐体4402、表示部A4403、表示部
15 B4404、記録媒体(DVD等)読み込み部4405、操作キー4406、スピーカー部4407等を含む。表示部A4403は主として画像情報を表示し、表示部B4404は主として文字情報を表示するが、本発明は、これら表示部A、B4403、4404の作製に適用される。

図20(D)は携帯型端末であり、本体4501、表示部4502、外部接
20 続ポート4503、操作スイッチ4504、電源スイッチ4505等を含む。
本発明は表示部4502の作製に適用される。なお、この携帯型端末には、PDA(Personal Digital(Data) Assistants)、携帯型ゲーム機器、電子書籍、電子手帳

なども含まれる。

図20(E)はビデオカメラであり、本体4601、表示部4602、外部接続ポート4603、リモコン受信部4604、接眼部4605、受像部4606、操作キー4607、マイク4608等を含む。本発明は、表示部4602
5 の作製に適用することができる。

図20(F)は携帯電話であり、筐体4701、本体4702、表示部4703、操作スイッチ4704、音声出力部4705、音声入力部4706、アンテナ4707、外部接続ポート4708等を含む。本発明は表示部4703
の作製に適用することができる。

10 図20(G)は時計型表示装置であり、本体4801、表示部4802、操作スイッチ4803、ベルト4804等を含む。本発明は、表示部4802の作製に適用することができる。

以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、本発明をあらゆる分野の電気器具の作製に適用することが可能である。また、上記の実施の形態、実施例と
15 自由に組み合わせることができる。

(実施例5)

本実施例では、配線パターンを形成するために、金属微粒子を有機溶媒中に分散させた組成物を用いている。金属微粒子は平均粒径が1～50nm、好ましくは3～7nmのものを用いる。代表的には、銀又は金の微粒子であり、そ
20 の表面にアミン、アルコール、チオールなどの分散剤を被覆したものである。
有機溶媒はフェノール樹脂やエポキシ系樹脂などであり、熱硬化性又は光硬化性のものを適用している。この組成物の粘度調整は、チキソ剤若しくは希釈溶

剤を添加すれば良い。

液滴吐出手段によって、被形成面に適量吐出された組成物は、加熱処理により、又は光照射処理により有機溶媒を硬化させる。有機溶媒の硬化に伴う体積収縮で金属微粒子間には接触し、融合、融着若しくは凝集が促進される。すなわち、平均粒径が1～50 nm、好ましくは3～7 nmの金属微粒子が融合、融着若しくは凝集した配線が形成される。このように、融合、融着若しくは凝集により金属微粒子同士が面接触する状態を形成することにより、配線の低抵抗化を実現することができる。

本発明は、このような組成物を用いて配線パターンを形成することで、線幅が1～10 μm 程度の配線パターンの形成も容易になる。また、同様にコンタクトホールが1～10 μm 程度であっても、組成物をその中に充填することができる。すなわち、微細な配線パターンで多層配線構造を形成することができる。

なお、金属微粒子の代わりに、絶縁物質の微粒子を用いれば、同様に絶縁性のパターンを形成することができる。

なお、本実施例は、上記の実施の形態、実施例と自由に組み合わせることができる。

産業上の利用可能性

円形の液滴噴射孔を線状に配置した液滴噴射ヘッドを有する液滴噴射装置、および大気圧下におけるプラズマ発生手段を有するプラズマ処理装置を用いて表示装置を作製することで、材料（液滴噴射手段では、配線等の材料、プラズ

マ処理手段ではガス)の無駄を低減することが可能となる。同時に作製コストを削減することが可能になる。さらに前記装置を使用することで、工程の簡便化、装置ひいては製造工場の小規模化、また工程の短時間化を図ることが可能となる。また従来必要とされた排気系統の設備を簡略化できる等、エネルギー

- 5 を低減できることから環境負荷を低減することができる。

また本発明は大型基板に対応した製造プロセスであり、従来の装置の大型化に伴う装置の大型化、処理時間の増加等、諸処の問題を解決するものである。

特許請求の範囲

(1)

複数の液滴噴射孔を線状に配列した液滴噴射ヘッドを用いた液滴噴射手段と、大気圧又は大気圧近傍下におけるプラズマ発生手段を用いた大気圧プラズマ処理手段とを用いた表示装置の作製方法であって、

前記液滴噴射手段を用いて噴射させた組成物からなるパターンを形成し、前記プラズマ処理手段を用いて前記パターンにプラズマ処理を行うことを特徴とする表示装置の作製方法。

(2)

複数の液滴噴射孔を線状に配列した液滴噴射ヘッドを用いた液滴噴射手段と、大気圧又は大気圧近傍下におけるプラズマ発生手段を用いた大気圧プラズマ処理法とを用いた表示装置の作製方法であって、

前記液滴噴射手段を用いてレジスト及び配線形成を行い、前記プラズマ処理法を用いて前記レジストのアッシング及び前記配線のエッチングを行うことを特徴とする表示装置の作製方法。

(3)

複数の液滴噴射孔を線状に配列した液滴噴射ヘッドを用いた液滴噴射手段と、大気圧又は大気圧近傍下におけるプラズマ発生手段を用いた大気圧プラズマ処理手段とを用いた表示装置の作製方法であって、

前記液滴噴射手段を用いてレジスト形成を行い、前記プラズマ処理手段を用いて前記レジストのアッシング及び前記レジストしたに設けられた導電膜の

エッチングを行うことを特徴とする表示装置の作製方法。

(4)

一つ又は複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを用いた液滴噴射手段と、大気圧又は大気圧近傍下におけるプラズマ発生手段を有し、局所的なプラズマ処理を行うプラズマ処理手段とを用いた表示装置の作製方法であって、

前記液滴噴射手段を用いて噴射させた組成物からなるパターンを形成し、前記プラズマ処理手段を用いて前記パターンにプラズマ処理を行うことを特徴とする表示装置の作製方法。

(5)

一つ又は複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを用いた液滴噴射手段と、大気圧又は大気圧近傍下におけるプラズマ発生手段を有し、局所的なプラズマ処理を行うプラズマ処理手段とを用いた表示装置の作製方法であって、

前記液滴噴射手段を用いてレジスト及び配線の形成を行い、前記プラズマ処理手段を用いて前記レジストのアッシング及び前記配線のエッチングを行うことを特徴とする表示装置の作製方法。

(6)

一つ又は複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを用いた液滴噴射手段と、大気圧又は大気圧近傍下におけるプラズマ発生手段を有し、局所的なプラズマ処理を行うプラズマ処理手段とを用いた表示装置の作製方法であって、

前記液滴噴射手段を用いてレジスト形成を行い、前記プラズマ処理手段を用いて前記レジストのアッシング及び配線のエッチングを行うことを特徴とする表示装置の作製方法。

(7)

請求の範囲 1 乃至 6 における液滴として、感光性のレジスト、ペースト状の金属材料又は前記ペースト状の金属を含んだ有機系溶液、超微粒子状の金属材料或いは前記金属材料を含んだ有機系溶液のいずれかを用いることを特徴とした表示装置の作製方法。

(8)

大気圧又は大気圧近傍下におけるプラズマ発生手段を用いた大気圧プラズマ処理手段を用いた表示装置の作製方法であって、

被処理基板上に形成した導電膜を、前記プラズマ処理手段を用いてエッチングを行うことにより、配線を形成することを特徴とする表示装置の作製方法。

(9)

大気圧又は大気圧近傍下におけるプラズマ発生手段を有し、局所的なプラズマ処理を行うプラズマ処理手段を用いた表示装置の作製方法であって、

被処理基板上に形成した導電膜を、前記プラズマ処理法を用いてエッチングを行うことにより、配線を形成することを特徴とする表示装置の作製方法。

(10)

複数の液滴噴射孔を線状に配列した液滴噴射ヘッドを用いた液滴噴射手段を用いた表示装置の作製方法であって、

ガラス基板上に形成した絶縁膜に溝部を形成し、前記液滴噴射手段を用いて前記溝に組成物を噴射し、前記溝に沿って前記組成物からなるパターンを形成することで配線とすることを特徴とする表示装置の作製方法。

(1 1)

一つ又は複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを用いた液滴噴射手段を用いた表示装置の作製方法であって、

ガラス基板上に形成した絶縁膜に溝を形成し、前記溝に前記液滴噴射手段を用いて組成物を噴射し、前記溝に沿って前記組成物からなるパターンを形成することで配線を形成することを特徴とする表示装置の作製方法。

(1 2)

ガラス基板と前記ガラス基板上に形成された第1の薄膜と、前記第1薄膜上に噴射した組成物からなるパターンと前記パターン上に形成された第2の薄膜とを有する表示装置であって、

前記パターンは、複数の液滴噴射孔を線状に配列した液滴噴射ヘッドを用いた液滴噴射手段によって噴射され、マトリクス状に形成されることを特徴とする表示装置の作製方法。

(1 3)

ガラス基板と前記ガラス基板上に形成された第1の薄膜と、前記薄膜上に噴射した組成物からなるパターンと前記パターン上に形成された第2の薄膜とを有する表示装置であって、

前記パターンは、一つ又は複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを有する液滴噴射手段によって噴射され、マトリクス状に形成されることを特徴とする表示装置の作製方法。

(1 4)

液滴噴射手段を用いて基板上に配線となる導電膜を噴射する工程と、

前記導電膜上に前記液滴噴射手段を用いてレジストを噴射することでレジストパターンを形成する工程と、

前記レジストパターンをマスクとして前記導電膜を、プラズマ処理手段を用いてエッチングを行う工程と、

前記レジストパターンを前記プラズマ処理手段を用いてアッシングを行い、配線を形成する工程とを含む表示装置の製造方法であって、

前記液滴噴射手段は、複数の液滴噴射孔を線状に配列した液滴噴射ヘッドを具備し、

前記プラズマ処理手段は、大気圧又は大気圧近傍下におけるプラズマ発生手段を具備することを特徴とする表示装置の作製方法。

(15)

液滴噴射手段を用いて基板上に配線となる導電膜を噴射する工程と、

前記導電膜上に前記液滴噴射手段を用いてレジストを噴射することでレジストパターンを形成する工程と、

前記レジストパターンをマスクとして前記導電膜をプラズマ処理手段を用いてエッチングを行う工程と、

前記レジストパターンを前記プラズマ処理手段を用いてアッシングを行い、配線を形成する工程とを含む表示装置の製造方法であって、

前記液滴噴射手段は一つ又は複数の液滴噴射孔を配置した液滴噴射ヘッドを具備し、

前記プラズマ処理手段は、大気圧又は大気圧近傍下におけるプラズマ発生手段を有し、局所的なプラズマ処理を行うことを特徴とする表示装置の作製方法。

(16)

請求の範囲 8 乃至 15 項における液滴として、感光性のレジスト、ペースト状の金属材料又は前記ペースト状の金属を含んだ有機系溶液、超微粒子状の金属材料或いは前記金属材料を含んだ有機系溶液のいずれかを用いることを特徴とした表示装置の作製方法。

要約書

従来のフォトリソグラフィを用いた配線作製工程では、レジストや配線材料、またプラズマ処理時に必要なプロセスガス等の多くが無駄になってしまう。また真空装置等の排気手段が必要であることから、装置全体が大型化するため、処理基板の大型化に伴い製造コストが増加することが問題になっていた。本発明では、レジストや配線材料を液滴として、基板上の必要な箇所に直接線状または点状に噴射して、パターンを描画するという手段を適用する。またアッシングやエッチング等の気相反応プロセスを大気圧又は大気圧近傍下で行う手段を適用する。